

PAT-NO: JP410047071A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10047071 A

TITLE: VARIABLE NOZZLE TYPE TURBO CHARGER ABNORMALITY  
DETECTOR

PUBN-DATE: February 17, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

AKITA, KOICHI

NAGAE, MASAHIRO

OKI, HISASHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOYOTA MOTOR CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP08206073

APPL-DATE: August 5, 1996

INT-CL (IPC): F02B039/16, F02B037/00 , F02B037/24 , F02B037/12 ,  
F02M025/07

ABSTRACT:

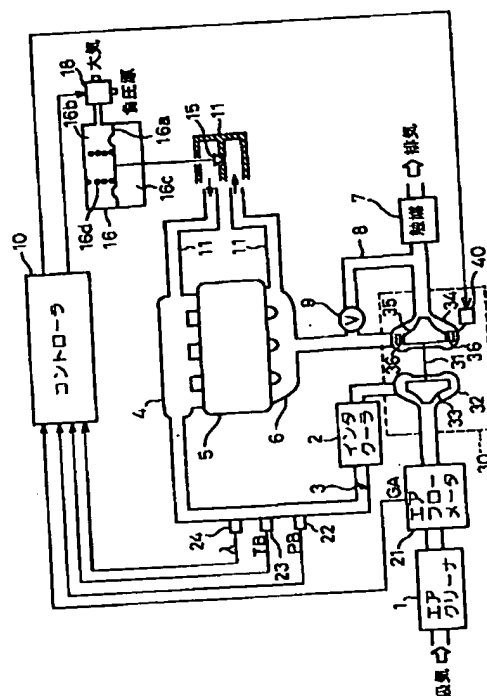
PROBLEM TO BE SOLVED: To easily detect abnormality due to a nozzle stick, by providing EGR detecting means by which the actual value of an EGR rate is detected, and judging such a state that a turbo charger is abnormal when an EGR actual value detected by the EGR detecting means is shifted more than a predetermined value from a target value.

SOLUTION: In a controller 10 to which output signals from an air flow meter 21, an intake pipe pressure sensor 22 and an intake pipe temperature sensor 23 are inputted, firstly, 'an intake air flow + an EGR gas flow' is calculated on

the basis of intake pipe pressure and intake pipe temperature, and subsequently, an actual EGR rate is calculated. Next, a ratio of a target EGR rate separately calculated to the actual EGR rate, is found out, and an EGR rate shearing exponent is calculated. Then, it is judged whether or not this EGR rate shearing exponent is within a normal range, and in the case that a first nozzle stick is detected when judgment is NO, a warning is issued. Also, a maximum fuel ejection rate in a high speed position is decreased for the purpose of protecting an engine.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(43)公開日 平成10年(1998)2月17日



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 機関運転状態に応じて開度の可変なノズルより導かれる排気ガスによって駆動されるタービンと該タービンによって駆動され吸気を圧縮するコンプレッサとを有するバリエブルノズル式ターボチャージャと、該タービンより上流側の排気系と吸気系とをEGR弁を介して連結するとともに機関運転状態に応じてEGR量の目標値を設定して該EGR弁をフィードバック制御するEGR装置と、を備えた内燃機関において、該バリエブルノズル式ターボチャージャの異常を検出する装置であって、EGR量の実際値を検出するEGR量検出手段と、前記EGR量検出手段によって検出されたEGR量実際値がEGR量目標値から所定値以上ずれたときに前記ターボチャージャの異常であると判断する異常判断手段と、を具備するバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置。

【請求項2】 EGR量実際値がEGR量目標値から前記所定値以上ずれた期間に基づいて異常度合いを判定する異常度合い判定手段と、前記異常度合い判定手段によって判定された異常度合いに応じた度合いの異常処置をする異常処置手段と、をさらに具備する、請求項1に記載のバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バリエブルノズル式ターボチャージャとEGR（排気ガス再循環：Exhaust Gas Recirculation）装置とを備えた内燃機関（エンジン）においてバリエブルノズル式ターボチャージャの異常を検出する装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】自動車用内燃機関には自然吸気式エンジンと過給式エンジンとがあるが、近年においては過給式エンジンの割合が増大しつつある。過給機構としては、一般にターボチャージャと呼ばれる排気タービン駆動式のもの、一般にスーパチャージャと呼ばれる機械駆動式のもの、が実用化されている。ターボチャージャは、排気ガスのエネルギーでタービンを回転させ、それと直結したコンプレッサで吸入空気を圧縮してエンジンに供給するものである。ターボチャージャ付エンジンでは、過給圧が過度に大きくなるのを防ぐため、タービンに流入する排気ガスの一部をバイパスさせるウエイストゲートバルブ(waste gate valve)が通常設けられている。

【0003】ターボチャージャに異常が発生し、ウエイストゲートバルブが閉じられたまま運転を続けた場合には、エンジンを異常な運転状態におくこととなるため、エンジンの損傷を招くおそれがある。そこで、ターボチャージャの異常検出に関する技術が種々提案されて

いる。例えば、実開平4-125635号公報は、コンプレッサ出力側のブースト圧（過給圧）とタービン入力側の排気ガス圧力とを検出し、ブースト圧が排気ガス圧力より設定値以上低くかつその状態が設定時間継続したときにターボチャージャの異常と判定する技術を開示している。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、エンジンが低速回転域にあるときには、排気ガスの流量が少ないため、ターボチャージャによる過給は不十分なものとなる。その対策として、タービンノズルの開度すなわち面積を小さくすることにより、タービンロータに与える運動エネルギーを増大させるターボチャージャが開発されている。バリエブルノズル式ターボチャージャは、そのようなターボチャージャの一種であって、回動可能な複数のノズルベーンを設け、ノズルベーン間に形成されるタービンノズルよりタービンロータへとエンジンの排気ガスを導く際のタービンノズルの開度を変えることができるようにしたものである。

【0005】このようなバリエブルノズル式ターボチャージャにおいては、運転状態に応じた最適な過給圧制御となるようにノズル開度が制御されている。従って、あるノズル開度におけるノズルベーンの固着（以下、ノズルスティックという）等の異常を過給圧により検出するためには、全ての運転状態と各々のノズル開度に応じた設定値を設けなければならない、異常判断処理が非常に複雑になる。

【0006】かかる実情に鑑み、本発明の目的は、ノズルスティックによる異常を容易に検出することが可能なバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】エンジンには通常EGR装置が設けられている。本発明は、EGR量が前記した異常により影響を受けることに着目して、以下に記載されるような技術構成を採用することにより、上記目的を達成するものである。

【0008】即ち、本発明の第1の態様に係るバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置は、機関運転状態に応じて開度の可変なノズルより導かれる排気ガスによって駆動されるタービンと該タービンによって駆動され吸気を圧縮するコンプレッサとを有するバリエブルノズル式ターボチャージャと、該タービンより上流側の排気系と吸気系とをEGR弁を介して連結するとともに機関運転状態に応じてEGR量の目標値を設定して該EGR弁をフィードバック制御するEGR装置と、を備えた内燃機関において、該バリエブルノズル式ターボチャージャの異常を検出する装置であって、EGR量の実際値を検出するEGR量検出手段と、前記EGR量検出手段によって検出されたEGR量実際値がEGR量目標値

から所定値以上ずれたときに前記ターボチャージャの異常であると判断する異常判断手段と、を具備する。

【0009】また、本発明の第2の態様に係るバリアブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置は、第1の態様に係る装置において、EGR量実値がEGR量目標値から前記所定値以上ずれた期間に基づいて異常度合いを判定する異常度合い判定手段と、前記異常度合い判定手段によって判定された異常度合いに応じた度合いの異常処置をする異常処置手段と、をさらに具備するものである。

【0010】バリアブルノズル式ターボチャージャにおいてノズルスティック等による異常が発生すると、タービンを流れる排気ガスの流量及び圧力が機関運転状態に適した値からずれてくる。EGR量は、EGR弁前後の圧力差、すなわち排気側EGR通路の圧力と吸気側EGR通路の圧力との差に応じた値となる。ここで、排気側EGR通路の圧力とは排気ガス圧力のことである。従って、EGR量のずれを監視することでノズルスティックを検出することができる。本発明の第1の態様に係るバリアブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置においては、EGR量実値の目標値からのずれを監視することにより、ターボチャージャの異常を容易に判断することが可能である。

【0011】EGR量実値がEGR量目標値から所定値以上ずれた期間が短いときには、EGR装置のフィードバック制御により実値を目標値に復帰させることが可能な状態、すなわちノズル開度が中間開度で固着している状態にあると判断することができるため、簡単な異常処置で対処すればよい。一方、かかる期間が長いときには、EGR装置のフィードバック制御が有効に作用することができない状態、すなわちノズル開度が開又は閉状態近傍で固着している状態にあると判断することができ、充分な異常処置が必要である。本発明の第2の態様に係るバリアブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置においては、異常の度合いに応じて異常処置の度合いが設定可能となる。その結果、運転性の悪化、エミッションの悪化等を最小限に抑えることができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0013】図1は、本発明の実施形態に係るバリアブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置を備えたディーゼルエンジンの一例を概略的に示す図である。エンジンにおける燃焼に必要な空気は、エアクリーナ1でろ過され、ターボチャージャ30のコンプレッサ32で圧縮され、インタクーラ2で冷却され、吸気マニホールド4に導かれる。なお、その吸入空気流量GAは、スロットル弁3によって調節されるとともに、エアフローメータ21によって検出される。また、吸気系には、吸気管圧力（ブースト圧）PBを検出する吸気管圧力センサ22、

吸気管温度TBを検出する吸気管温度センサ23、及び空気過剰率λを検出するO<sub>2</sub>センサ24が設けられている。ただし、O<sub>2</sub>センサ24は、後述する第2実施形態のみに必要なものである。

【0014】吸気マニホールド4で、吸入空気は、エンジン本体5の各気筒に分配される。各気筒において発生する排気ガスは、排気マニホールド6で集められ、次いでターボチャージャ30のタービン34に通された後、最後に触媒コンバータ7で浄化されて排出される。なお、ターボチャージャ30による過度の過給効果を防止すべく、排気ガスがタービン34を迂回することができるように、排気バイパス通路8及びウエイトゲートバルブ(WGV)9が設けられている。

【0015】ターボチャージャ30のタービン34においては、タービンロータ（タービンホイール、タービンブレードなどとも呼ばれる）35が排気ガスにより回転せしめられる。コンプレッサ32のコンプレッサブレード33は、軸31によりタービンロータ35に接続されているため、タービンロータ35とともに回転して吸入空気を圧縮し、すなわち過給作用を奏する。タービン34には、後に詳細に説明するように、回動可能な複数のノズルベーン36が設けられており、ノズルベーン間に形成されるタービンノズルの開度すなわち面積を変えることができるようになっている。そのため、そのタービンノズルは、バリアブルノズルと呼ばれる。バリアブルノズルの開度は、アクチュエータ40によって調節される。

【0016】また、このエンジンは、NO<sub>x</sub>（窒素酸化物）の低減を目的とするEGR装置付きのエンジンであり、排気マニホールド6と吸気マニホールド4の間には、排気ガスを循環させるための通路11が設けられている。そのガス再循環量は、その通路の途中に設けられたEGR弁15によって調節される。EGR弁15を駆動するアクチュエータ16の内部は、ダイヤフラム16aによって負圧室16bと大気圧室16cとに仕切られている。負圧室16b内にはスプリング16dが内装されており、EGR弁15と連結したダイヤフラム16aを閉弁側に付勢している。そして、負圧室16bには、負圧制御弁18によって調整された負圧が導入されるようになっている。負圧が導入されると、その負圧の大きさに応じてEGR弁15がリフト駆動され、排気マニホールド6からEGR通路11を通して吸気マニホールド4へとリフト量に応じた排気ガスが還流せしめられ、EGRが達成される。

【0017】EGR量の指標として、EGR率が次のように定義されている。

$$\text{EGR率} = \frac{\text{EGRガス流量}}{\text{吸入空気流量} + \text{EGRガス流量}}$$

そして、このEGR率の目標値が、エンジン負荷とエンジン回転数によって予め決定されており、この目標E

(4)

5

GR率に従ってEGR弁15がフィードバック制御される。

【0018】コントローラ10は、エアフローメータ21、吸気管圧力センサ22、吸気管温度センサ23、及びO<sub>2</sub>センサ24からの各信号を入力し、それらの信号に基づき、吸入空気流量GA、吸気管圧力（ブースト圧）PB、吸気管温度TB、及び空気過剰率λを検出する。そして、コントローラ10は、それらの検出データに基づいてバリアブルノズル用アクチュエータ40及びEGR用アクチュエータ16を制御する。さらに、コン

【0019】図2は、バリアブルノズルの開度制御に関連する部分を詳細に示す図である。タービンロータ35に排気ガスを導くタービン入口のガス通路には、複数の回動可能なノズルベーン36が設けられている。ノズルベーン36間に形成されるバリアブルノズルの開度は、リンク39を介して駆動リング38を回動せしめることによって調整されるようになっており、リンク39は、アクチュエータ40のロッド48に連結されている。図2において、ロッド48が左側に作動せしめられると、ノズルベーン36はピン37を中心として反時計方向に回動し、ノズルベーン間に形成されるノズルの開度すなわち面積は大となる。一方、ロッド48が右側に作動せしめられると、ノズルベーン36はピン37を中心として時計方向に回動し、ノズル開度は小となる。そして、ノズル開度が小さくなるほど、排気ガス圧力は大きくなる。

【0020】アクチュエータ40には、ダイアフラム41によって隔成されたダイアフラム室42が形成されている。ダイアフラム41には、ロッド48が連結されている。また、ダイアフラム41は、スプリング43によってノズルベーン36を閉じる方向に付勢されている。ダイアフラム室42の入口ポート44は、負圧制御弁50に接続されている。負圧制御弁50は、コントローラ10に接続されており、コントローラ10からの信号に基づき、ダイアフラム室42に導入する負圧を調整する。なお、本実施形態では、ダイアフラム室42に大気圧が導入された場合に、ノズル開度が最小となる。

【0021】さて、バリアブルノズル式ターボチャージャ30においてノズルスティックによる異常が発生すると、タービンを流れる排気ガス流量及び排気ガス圧力が機関運転状態に適した値からずれていく。EGR量は、EGR弁15の前後の圧力差、すなわち排気側EGR通路の圧力と吸気側EGR通路の圧力との差に応じた値となり、排気側EGR通路の圧力とは排気ガス圧力そのものである。従って、EGR量のずれを監視することで上記異常を検出することができる。

【0022】本発明の第1実施形態は、実EGR率を検出し、実EGR率の目標EGR率からのずれに基づいて

6

ノズルスティックの発生を判断し、ノズルスティックが検出された場合に相応の処置を実行しようというものである。図3は、第1実施形態に係る、コントローラ10のノズルスティック検出及び処置ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。本ルーチンは、所定の時間周期で実行される。まず、ステップ102では、エアフローメータ21、吸気管圧力センサ22、及び吸気管温度センサ23からの各信号に基づき、吸入空気流量GA、吸気管圧力（ブースト圧）PB、及び吸気管温度TBを検出する。PB及びTBより“吸入空気流量+EGRガス流量”が求まるため、次のステップ104では、GA、PB、及びTBに基づいて前述したEGR率の定義式に従い、実EGR率EGR<sub>RACT</sub>を算出する。

【0023】次いで、ステップ106では、別途算出されている目標EGR率EGR<sub>TRG</sub>と実EGR率EGR<sub>RACT</sub>との比をとり、すなわち、

$$E \leftarrow EGR_{TRG} / EGR_{RACT}$$

なる演算により、EGR量ずれ指数Eを算出する。次いで、ステップ108では、図4に示されるような所定の正常範囲内にEGR量ずれ指数Eが入っているか否か、すなわち、“ $1-a \leq E \leq 1+a$ ”が満足されるか否かを判定する。Eが正常範囲内にあるとき、すなわち“ $1-a \leq E \leq 1+a$ ”が成立するときには、本ルーチンを終了する。一方、Eが正常範囲内になく、すなわち“ $E < 1-a$ 又は $1+a < E$ ”が成立するときには、ステップ110に進む。

【0024】ステップ110では、後述するステップ112でONとされるノズルスティックフラグFLGが既にONとされているか否かを判定し、FLGがOFFのときにはステップ112に進み、FLGがONのときにはステップ118に進む。ステップ112では、始めてのノズルスティック検出となるため、ノズルスティックフラグFLGをONとし、次のステップ114では、ウォーニング（例えば、ランプの点灯）を発生させる。さらに、次のステップ116では、エンジン保護のため、高速域における最大燃料噴射量を減量して、本ルーチンを終了する。

【0025】一方、ノズルスティックを再度検出したときに実行されるステップ118では、“ $E < 1-a$ ”が成立する否か、すなわちEGR量が増大側にずれているのか、それとも減少側にずれているのかを判定する。“ $E < 1-a$ ”のとき、すなわち実EGR量が目標値より大きくなっているときには、排気ガス圧力の増大を伴うクローズスティック（エンジン運転に適したバリアブルノズル開度より閉側でのノズルスティック）が発生していると判断される。また、“ $1+a < E$ ”のとき、すなわち実EGR量が目標値より小さくなっているときには、排気ガス圧力の減少を伴うオープンスティック（エンジン運転に適したバリアブルノズル開度より開側でのノズルスティック）が発生していると判断される。

【0026】クローズスティックの発生時には、排気ガス圧力の増大によりEGR量が増大し、その結果、失火するおそれがあるため、まず、ステップ120において目標EGR量を減少させる処置を実行する。また、全負荷域においてブースト圧が過度に上昇するおそれがあるため、ステップ122において高速域における最大燃料噴射量を減量する。一方、オープンスティックの発生時には、排気ガス圧力が減少するため、EGR量が減少し、それによりスモークの発生が抑えられる結果となるが、全負荷域におけるブースト圧の増大がやはり発生するため、ステップ124において最大燃料噴射量を減量する処置を実行する。

【0027】上述の制御によれば、図4の曲線C<sub>1</sub>又はC<sub>3</sub>に示されるように、中間開度のノズルスティックが発生して実EGR率が一時的にずれたが、目標EGR率へのフィードバック制御によりEGR弁15が制御されて実EGR率が目標EGR率へと復帰する場合は、ステップ114及び116の処置（フェーズ1）のみが実施されることとなる。すなわち、中間開度のノズルスティックの場合、ノズル開度以外のEGR量調整手段であるEGR弁15又はスロットル弁3によりEGR量を目標値に制御することが可能であるため、簡単な異常処置で対処すればよいのである。

【0028】一方、図4の曲線C<sub>4</sub>に示されるように、オープンスティックの発生時には、EGRフィードバック制御の効果が現れず、ステップ124の処置（フェーズ2）がなされ、また、図4の曲線C<sub>2</sub>に示されるように、クローズスティックの発生時には、やはりEGRフィードバック制御の効果が現れず、ステップ120及び122の処置（フェーズ3）がなされる。そして、最大燃料噴射量の減量の度合いは、フェーズ1、フェーズ2、フェーズ3の順に、より大きな値とされていく。このように、異常の度合いに応じて異常処置の度合いが設定されているため、運転性の悪化、エミッションの悪化等を最小限に抑えることができる。

【0029】次に、第2実施形態について説明する。第1実施形態は、実EGR率を検出し、実EGR率の目標EGR率からのずれに基づいてノズルスティックを検出するものであったが、第2実施形態は、EGR率に代えて、EGR率と空気過剰率との比を制御量にしようというものである。図5は、第2実施形態に係るノズルスティック検出及び処置ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【0030】まず、ステップ202では、エアフローメータ21、吸気管圧力センサ22、吸気管温度センサ22、及びO<sub>2</sub>センサ24からの各信号に基づき、吸入空気流量GA、吸気管圧力（ブースト圧）PB、吸気管温度TB、及び空気過剰率λを検出する。次いで、ステップ204では、GA、PB、及びTBに基づいて実EGR率EGR<sub>ACT</sub>を算出し、そのEGR<sub>ACT</sub>をλで除

することにより、EGR率と空気過剰率との比の実際値Rλ<sub>ACT</sub>を算出する。次いで、ステップ206では、EGR率と空気過剰率との比の目標値Rλ<sub>TRG</sub>（EGR制御用に別途算出されている）とRλ<sub>ACT</sub>との比をとり、すなわち、

$$E \leftarrow R\lambda_{TRG} / R\lambda_{ACT}$$

なる演算により、EGR量ずれ指数Eを算出する。それ以降の処理は、第1実施形態と同一である。

【0031】以上、本発明の実施形態について述べてきたが、もちろん本発明はこれに限定されるものではなく、様々な実施形態を案出することは当業者にとって容易なことであろう。

#### 【0032】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、ノズルスティックによる異常を容易に検出することが可能なバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置が提供される。また、異常の度合いに応じて異常処置の度合いが設定可能となるため、運転性の悪化、エミッションの悪化等を最小限に抑えることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係るバリエブルノズル式ターボチャージャ異常検出装置を備えたディーゼルエンジンの一例を概略的に示す図である。

【図2】バリエブルノズルの開度制御に関連する部分を示す図である。

【図3】第1実施形態に係るノズルスティック検出及び処置ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

【図4】目標EGR率と実EGR率との比として定義されるEGR量ずれ指数Eの変動を例示するタイムチャートである。

【図5】第2実施形態に係るノズルスティック検出及び処置ルーチンの処理手順を示すフローチャートである。

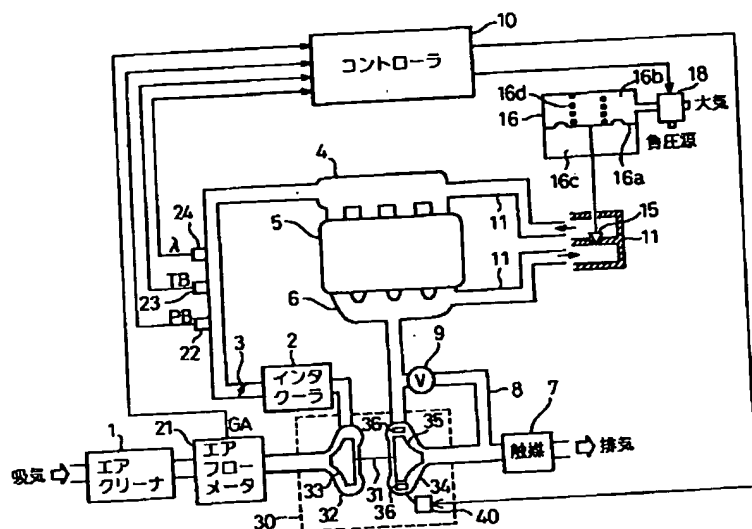
#### 【符号の説明】

- 1…エアクリーナ
- 2…インタクーラ
- 3…スロットル弁
- 4…吸気マニホールド
- 5…エンジン本体
- 6…排気マニホールド
- 7…触媒コンバータ
- 8…排気バイパス通路
- 9…ウエイストゲートバルブ（WGV）
- 10…コントローラ
- 11…EGR通路
- 15…EGR弁
- 16…EGR用アクチュエータ
- 16a…ダイヤフラム
- 16b…負圧室
- 16c…大気圧室
- 16d…スプリング

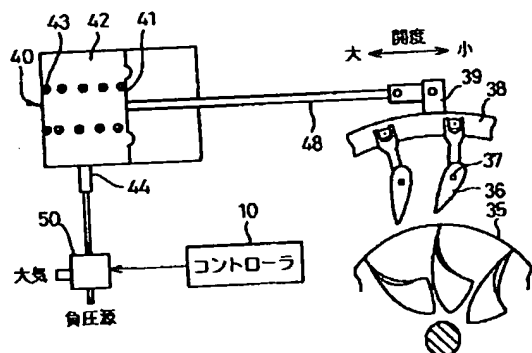
- 18...負圧制御弁  
 21...エアフローメータ  
 22...吸気管圧力センサ  
 23...吸気管温度センサ  
 24...O<sub>2</sub> センサ  
 30...ターボチャージャ  
 31...回転軸  
 32...コンプレッサ  
 33...コンプレッサブレード  
 34...タービン  
 35...タービンロータ

- 36...ノズルベーン  
 37...ピン  
 38...駆動リング  
 39...リンク  
 40...バリアブルノズル用アクチュエータ  
 41...ダイヤフラム  
 42...ダイヤフラム室  
 43...スプリング  
 44...入口ポート  
 48...ロッド  
 50...負圧制御弁

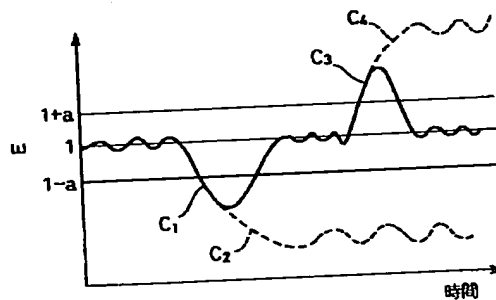
【図1】



【図2】

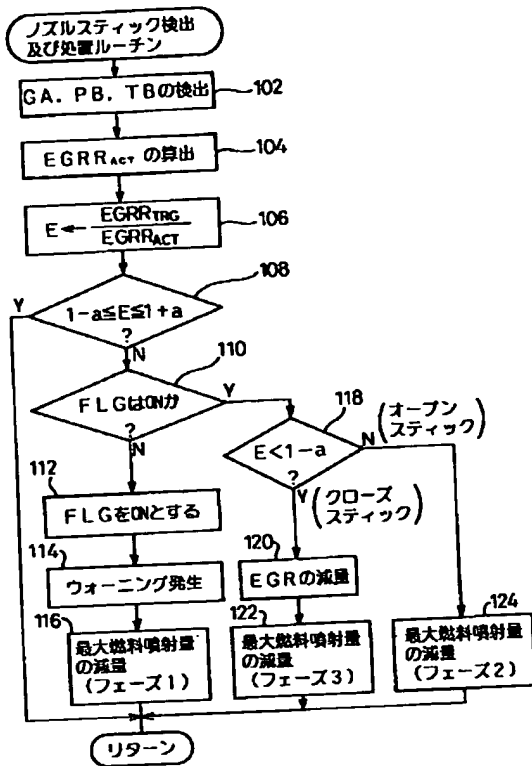


【図4】





【図3】



【図5】

